

УДК 5507:528.94

Солуха І.Б., Солуха Б.В.

ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

Постановка проблеми у загальному вигляді. Для міських багатоповерхових житлових будинків проблема полягає в одночасному забрудненні: внутрішніми джерелами (кухні тощо), комунальними енергетичними джерелами зверху (ТЕС, котельні, топкові тощо) і автотранспортом знизу (вулиці, автостоянки тощо).

Зв'язок проблеми із важливими науковими і практичними завданнями обумовлений необхідністю оцінки стану внутрішнього середовища житлової забудови і розроблення заходів щодо забезпечення нормативних умов проживання, що потребує визначення хімічного забруднення приміщень, забруднення житлових приміщень висотними джерелами (ТЕС, котельні, топкові), можливості використання індивідуальних конверторів для опалювання приміщень, забруднення житлових приміщень автотранспортом (залежності концентрації шкідливих домішок від поверховості), засобів примусової вентиляції приміщень.

Архітектор повинен знайти правильне проектне рішення, яке одночасно з естетичністю будівлі забезпечує безпечну життєдіяльність жителів. Урахувати всі фактори архітектор може за допомогою орієнтовних оцінок, тоді як детальна перевірка припустимості проектних рішень здійснюється у складі розділу «Оцінка впливів на навколишнє середовище» згідно ДБН А.2.2-1-2003 [1] за допомогою сертифікованого програмного засобу «ЕОЛ».

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор подано у монографії Солухи Б.В., Фукса Г.Б. «Міська екологія» [2]. **Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття** - використання нових екологічно чистих технологічних розробок для опалювання житлових приміщень. **Формулювання цілей статті** - порівняння різних засобів опалювання житлових приміщень і пов'язаних із ними архітектурних рішень. **Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів** подано нижче.

В останні роки українці масово замінювали старі неекономічні моделі котлів на нові (табл. 1). У 2006 р. продаж котлів для автономного опалення

житлових будинків збільшився на 25...30 %. Було продано біля 0,5 млн. котлів на суму \$ 240...250 млн. (табл. 2).

Таблиця 1

Грошова оцінка частки продажу
котлів різних систем, %
[дані BBT Thermotechnik Ukraine]

котли напільні газові	32
котли настінні газові	27
радіатори	18
електробойлери	10
колонки газові	8
котли рідкопаливні	2
котли твердопаливні	1
інше	2

Наприкінці 2006 р. КМУ заборонив встановлювати індивідуальні системи опалювання у квартирах, маючи на меті запобігти хаотичному влаштуванню автономних систем. За ініціативою віце-прем'єра з питань ЖКГ Володимира Рибак створена міжвідомча комісія для перевірки безпеки вже інсталюваних систем.

Таблиця 2

Цінові сегменти (%) продажу та виручки
[дані BBT Thermotechnik Ukraine]

Сегмент	Продаж	Виручка
до \$ 300	70,0	48,0
\$ 300....700	20,0	28,0
\$ 700...1300	9,8	23,0
понад \$ 1300	0,2	1,0

Нижній ціновий сегмент до \$ 300 контролюють переважно вітчизняні виробники (ТМ «Данко», «Термо», «Дані», «Росс», «Маяк», «Колві»). Наприкінці 2006 р. з'явилися дешеві котли китайського виробництва. За 2006 р. приблизно на 5...7 % подорожчали котли під «Viessmann», «Buderus», «Junkers», «Vaillant», «Wolf», «Proterm», «Beretta», «Hermann», «Ariston», «Immergaz», «Baxi/Westen», «Ferroli».

Загальні оцінки хімічного забруднення житла

У 1980-х рр. робоча група ВООЗ підсумувала оцінки населенням ступеня забруднення житлових приміщень у брошюрі «Якість повітря у приміщенні: органічні забруднювачі, 1987». У міському атмосферному повітрі поза помешканнями, як правило, реєструються перевищення допустимих середніх добових концентрацій азоту діоксиду, вуглецю оксиду, пилу, сірки діоксиду, аміаку, формальдегіду тощо [3]. Забруднене повітря з вулиці попадає у житлові приміщення. Проблема очищення повітря у квартирах поставлена вже давно. Ще Ле Корбюзьє висловлював занепокоєння якістю повітря у помешканнях і закликав очищати повітря аналогічно тому, як очищається вода в системі

водопостачання. Для локального захисту й оздоровлення повітряного середовища житлових и громадських будинків він пропонував широке використання установок для приточної та витяжної вентиляції, кондиціонерів, фільтрів, дезінфекторів, регуляторів температури та вологості [4, 5]. При такій постановці питання, в умовах загазованої атмосфери великого міста, газозахищені будинки будуть нагадувати “бомбосховища, які винесені на поверхню” (табл. 3).

Таблиця 3

Кількість людей, що зазнала сильний чи слабкий вплив
забруднення повітря приміщень

[Якість повітря у приміщенні: органічні забруднювачі, ВООЗ, 1987]

Забруднювач	Слабий	Сильний
частки зважені	більшість	мало
азоту діоксид	більшість	деякі
вуглецю оксид	більшість	мало
радон та його похідні	більшість	мало
формальдегід	більшість	мало
сірки діоксид	більшість	мало
вуглецю діоксид	більшість	мало
озон	більшість	мало
азбест	більшість	мало
волокна мінеральні	більшість	мало
органічні сполуки різні	більшість	мало
збудники інфекцій	більшість	мало
дим тютюновий	більшість	деякі
аероалергени (гриби, поллен)	деякі	більшість

Гранично допустимі концентрації ГДК.AQG (мг/м³) дані згідно "Гігієнічним критеріям стану оточуючого середовища" (ВООЗ, № 13. Женева. – 1979) та "Рекомендаціям по якості атмосферного повітря для країн Європи" ("Air quality guidelines (AQG) for Europe", Copenhagen, WHO Regional Office for Europe 1987, WHO Regional Publication European Series, № 23). Для нових будинків фірми Швеції користуються нормою 70 Бк/м³ вмісту радону та його похідних у повітрі приміщень. Фахівці ВООЗ вважають, що ГДК.рз (робочої зони) для виробництва можуть при короткочасній дії забруднювача вважатися верхньою допустимою границею для незанятого на виробництві населення.

Оцінки стурбованості населення Європи рівнем забруднення повітря приміщень проранжовані за критерієм безпричинної тривоги, коли занепокоєння визивали значно менші рівні, ніж офіційно встановлені допустимі, тобто $C_{зан} < ГДК.AQG$ (табл. 4).

Таблиця 4

Стурбованість населення рівнем забруднення повітря приміщень у 1980-х рр. [Якість повітря у приміщенні: органічні забруднювачі, 1987], де: $C_{факт}$ – діапазон концентрацій фактичний, $мг/м^3$; $C_{трив}$ – діапазон концентрацій, що викликає легку тривогу, $мг/м^3$; $C_{зан}$ – діапазон концентрацій, що викликає занепокоєння, $мг/м^3$; ГДК.AQG – гранично допустимі концентрації ($мг/м^3$) згідно "Рекомендацій з якості атмосферного повітря для країн Європи" ("Air quality guidelines for Europe", Copenhagen, 1987);

Забруднювач	$C_{факт}$	$C_{трив}$	$C_{зан}$	ГДК.AQG
азоту діоксид	0,5...1,0	< 0,15	> 0,3	0,4
озон	0,01...0,04	0,1	0,12	0,16
дихлорметан CH_2Cl_2	0,005...1,000	-	3,0	8,8
трихлоретилен	0,0001...0,02	-	1,0	4,0
частки зважені, дим тютюну	0,05...0,7	< 0,10	> 0,15	0,15
формальдегід	0,02...2,0	< 0,06	> 0,12	0,035
сірки діоксид (за 10 хв)	0,02...1,0	< 0,35	> 0,5	0,5
вуглецю діоксид	600...9000	< 1800	> 12000	1800
вуглецю оксид	1,0...100	-	-	5,0
толуол	0,015...0,150	-	375,0	0,6
m,p-ксилол (ізомери)	0,010...0,050	-	435,0	0,2
тетрахлоретилен	0,002...0,705	-	5,0	0,5
1,4-дихлорбензол	0,005...0,100	-	450,0	0,03...0,05
n-нонан	0,001...0,030	-	1050,0	-
лимонен	0,010...0,120	-	560,0	-
n-декан	0,002...0,040	-	-	-
радон і похідні, Бк/ $м^3$	10...3000	канцероген		70,0
азбест (N волокон/ $м^3$)	10^{+2} ... 10^{+5}	канцероген		> 5 мкм
бензол	0,01...0,04	канцероген		1,5
волокна мінеральні (N/ $м^3$)	10^{+2} ... 10^{+4}	подразнення шкіри		-

Джерелами забруднення є процеси горіння (кухонні плити тощо), паління тютюну, газоподібні виділення будівельних і оздоблювальних матеріалів (асбест, формальдегід, летючі органічні сполуки тощо), біологічні і біогенні агенти

(бактерії, мікроскопічні гриби, спори рослин, газоподібні виділення людей і домашніх тварин), а також надходження забруднювачів з вулиці. Людина виділяє біля 400 речовин, які шкідливі для нього самого і присутніх.

У повітрі житлових приміщень міст колишнього СРСР за даними натурних вимірів 1980-х рр. спектр хімічних забруднювачів включав від 45 (житлові кімнати) до 70 (кухні) інгредієнтів. Основними компонентами хімічного забруднення повітря були етилбензол, пропилбензол, стирол, нафталін, аміак, формальдегід, азоту оксиди, ацетальдегід, ксилол, що були присутні в 100 % проб. Були виявлені більш високі в порівнянні з атмосферним повітрям концентрації гексану, пентану, гептану, октану та їх похідних, що свідчить про забруднення помешкань продуктами деструкції оздоблювальних полімерних матеріалів і неповного сгорання газу. У повітрі приміщень адміністративних будинків і культурно-побутових закладів найбільш високими були концентрації стиrolу, етилбензолу, сірковуглецю, пропилбензолу, ксилолу, формальдегіду, бутилацетату, що пов'язується з насиченістю цих помешкань полімерними матеріалами [3].

Робоча група ВООЗ у ході нарад у Нердлінгу 1981 р., Стокгольмі 1984 р. і Женеві 1987 р. розглянула оцінки якості повітря в приміщеннях будинків на території різних країн Європи. Оцінки були представлені у трьох таблицях: дані про вплив на населення, дані про співвідношення "експозиція - відповідь" і узгоджена думка про рівень стурбованості ситуацією у світлі останніх даних. У житлових приміщеннях були виявлені азоту діоксид, пил, вуглецю оксид, радон і його похідні, формальдегід, сірки діоксид, вуглецю діоксид, озон, азбест, волокна мінеральні, різні органічні сполуки, аероалергени (поллен, гриби, біологічні похідні) збудники інфекції, тютюновий дим. Робоча група запропонувала технічні й регламентуючі заходи, а також проведення роз'яснювальної роботи.

Наслідки хімічного забруднення житла

У будівлях з теплоізоляцією або оздобленням, що містять сечовинно-формальдегідні смоли, спостерігаються напади головного болю і запаморочення, почервоніння шкіри лица, ларінгіт, дисфонія, нудота, слабкість, артралгія, м'язові спазми, погіршення здатності до мислення, порушення менструальних циклів, безсоння тощо. Існує поняття **«синдром закритих приміщень»** - подразнення слизових оболонок, підвищена стомлюваність, дратівливість, порушення сну, менструальних циклів, травлення (поноси), який пов'язаний із забрудненням повітря житлових і громадських приміщень.

У житлових приміщеннях найбільш небезпечним вважається отруєння фенолом НСНО від меблів з ДСП шляхом вдихання або всмоктування через шкіру. Це викликає слабкість, швидку втомлюваність, потливість, дратівливість, прискорене серцебиття. Меблі з ДСП повинні «встоятися» хоча б кілька місяців. Ламінат містить формальдегід C_6H_6O , який вважається канцерогеном, здатним до генних і хромосомних мутацій. Утім, з часом якісний ламінат стає зовсім безпечним. У навісних стелях може міститися асбест, пил якого може викликати рак або хвороби легенів. Асбестомістячі матеріали слід ізолювати вагонкою або сайдингом.

Нітрозаміни з'являються у повітрі приміщень у концентраціях порядку 0.03 мкг/м^3 . Їх емісія відбувається при курінні тютюну, від дров'яних печей і вогнища для приготування їжі. Окремі нітрозаміни - канцерогени для тварин і для людини. Грибок і бактерії можуть викликати алергію, подавляти імунну систему. Джерелом їх можуть бути ванна кімната, холодна й волога північна стіна, фільтри кондиціонерів, підвіконня, ковролін. Найкращим матеріалом для стін є натуральне дерево.

У кожній конкретній будівлі газозахист має вирішуватися індивідуально, залежно від умов довкілля поза помешканням, а також наявності внутрішніх джерел забруднення приміщень (кухні, меблі).

Маса викидів сучасної кухонної плити

Розглянемо стандартний потужний забруднювач повітря житлових приміщень – кухонну плиту, яка здебільшого має потужність біля 2 кВт. При роботі на українському природному газі орієнтовні максимальні разові витрати газу кухонної плити приймаються: $M_{\text{год.газ}} = 0,212 \text{ нм}^3/\text{год}$. Максимальний разовий об'єм продуктів сгоряння приймається $W_{\text{пгпс}} = 2,27 \text{ нм}^3/\text{год}$. Найбільш небезпечними інгредієнтами викидів газової плити є азоту діоксид NO_2 , бенз/а/пірен $C_{20}H_{12}$ і вуглецю оксид CO .

У найбільш технологічних сучасних газових теплоагрегатах викид азоту діоксиду M_{NO_2} зменшено до $60 \dots 80 \text{ мг/кВт} \cdot \text{год}$. Подальше зменшення поки що є невирішеною технологічною проблемою. При різних режимах горіння природного газу залежно від надлишку повітря концентрація NO_2 у димових газах орієнтовно змінюється майже на порядок у діапазоні $37,6 \dots 384,0 \text{ мг/нм}^3$ ($0,00183 \dots 0,0187 \text{ об.}\%$). При об'ємі димових газів $2,27 \text{ нм}^3/\text{год}$ $M_{NO_2} = 0,08 \dots 0,9 \text{ г/год}$. Детально кількість сполук азоту в перерахунку на азоту діоксид M_{NO_2} може бути визначена через показник K_{NO_2} , що визначає масу NO_2 (г) на 1 МДж тепла [6,7]. Нижня теплота сгоряння природного газу прийнята $Q_{\text{н}}^p =$

8500 ккал/нм³ (35,6 МДж/нм³). Тоді маса викидів NO₂ (г) на 1 МДж тепла становить:

$$K.NO_2 = 0,016 + 0,031 \lg P = 0,016 + 0,031 \lg 2,0 = 0,016 + 0,031 * 1,924 = 0,0253,$$

$$M.NO_2 = V_{\text{пал}} * Q_{\text{н}}^{\text{п}} * K.NO_2 * (1 - b) = \\ = 0,212 \text{ нм}^3/\text{год} * 35,6 \text{ МДж/нм}^3 * 0,0253 \text{ г/МДж} * 1,0 = 0,191 \text{ г/год},$$

де: маса викидів M.NO₂ = 0,191 г/год; витрати дашавського газу годинні V.пал = 0,212 нм³/год; теплотдатність дашавського газу Q_н^п = 35,6 МДж/нм³; потужність установки P = 2,0 кВт; маса NO₂ (г) на 1 МДж тепла K.NO₂ = 0,0253 г/МДж; ефективність газоочистки від NO₂ b = 0. Таким чином, при спалюванні 0,212 нм³/год газу M.NO₂ = 0,19 г/год = 5,3*10⁻⁵ г/с.

Рівень емісії бенз/а/пірену C₂₀H₁₂ при горінні газу може досягати 5,0*10⁻⁵ мг/нм³ [6, 7, 8]. Відповідно, при спалюванні 0,212 нм³/год газу орієнтовно:

$$M.C_{20}H_{12} = 1,06 * 10^{-8} \text{ г/год} = 2,94 * 10^{-12} \text{ г/с}.$$

При використанні газоподібного палива викид вуглецю оксиду M.CO сучасних високотемпературних теплоенергетичних установок не перевищує 130,0 мг/нм³ або 0,0104 об. % (1 об. % CO = 1,25*10⁺⁴ мг/м³) і в більшості котлів зменшений до 10...15 мг/кВт*год за допомогою спеціальних технологічних пристроїв. Детальна оцінка маси викидів вуглецю оксиду CO (г/год) при спалюванні газу при відсутності спеціального технологічного обладнання:

$$M.CO = 0,001 V_{\text{пал}} * q_3 * R * Q_{\text{н}}^{\text{п}} * (1 - q_4/100) = \\ = 0,001 * 0,212 \text{ нм}^3/\text{год} * 0,5 * 0,5 * 35,6 * (1 - 0,5/100) = 0,001876 \text{ кг/год},$$

де: маса викидів M.CO = 1,876 г/год; втрати тепла внаслідок хімічної неповноти стгорання q₃ = 0,5 %; коригування q₃ за видом палива R = 0,5; втрати тепла в силу механічної неповноти стгорання q₄ = 0,5 %. Таким чином, при спалюванні 0,212 нм³/год газу M.CO = 1,876 г/год = 5,21*10⁻⁴ г/с.

Оцінки агресивності викидів кухонної плити для мешканців

У часи колишнього СРСР була розроблена досить ефективна методика комплексної еколого-економічної оцінки шкідливості забруднення довкілля, яка викладена у методиках [9]. Суть методики полягає у визначенні добутку M.i*A.i маси викидів i-ої речовини M.i (т) на показник агресивності A.i (ум.т/т) цієї речовини до навколишнього середовища. За цим критерієм емісія мізерних кількостей дуже токсичних речовин може бути еквівалентною великим обсягам слаботоксичних викидів. Агресивність відбиває небезпеку для здоров'я людини, ураховуючи максимальні разові ГДК.мр і середні добові ГДК.сд, небезпеку для тварин і рослин, особливості поширення у середовищі й час збереження після

залпового викиду. Тільки після обліку всіх чотирьох груп факторів можна оптимізувати комплекс природоохоронних заходів. У цьому полягає відмінність еколого-економічних оцінок від гігієнічних, у яких, як правило, враховується лише перевищення ГДК. Ранжований за шкідливістю ряд інгредієнтів викидів різко відрізняється від ряду, ранжованого за масою викидів. Проте ще часто використовується показник екологічного навантаження на територію, що враховує тільки валові викиди, а це невірно.

Таблиця 5

Викиди речовин з кухонної газової плити М.газ та оцінка їх шкідливості за критерієм агресивності А [6, 7, 8, 9]

Параметри	NO ₂	C ₂₀ H ₁₂	CO
А, ум.г/г	41,10	1,26*10 ⁺⁶	1,00
М.газ, г/год	0,19	1,06*10 ⁻⁸	1,88
А*М	7,81	0,013	1,88
А*М, %	80,50	0,13	19,37

При спалюванні природного газу на кухонній плиті найбільш шкідливим за критерієм агресивності є викид азоту діоксиду NO₂ (80,5 %). Шкідливість викидів вуглецю оксиду (чадного газу) CO

(19,37 %) та бенз/а/пірену C₂₀H₁₂ (0,13 %) суттєво менша (табл. 5, рис.1), тоді як викиди вуглеводнів C_xH_y, сажі С, ангідриду сірчастого SO₂ і сполук свинцю Pb зневажливо малі або відсутні.



Рис. 1. Оцінка шкідливості викидів при роботі кухонної плити за критерієм їх агресивності А*М.газ (%)

Викиди чадного газу CO з'являються за рахунок неповного прогорання палива, викиді азоту діоксиду NO₂ – за рахунок окислення азоту повітря при

високих температурах. Для господинь діаграма шкідливості А*М описується наступним чином: хай краще газовий пальник на плиті чадить і світить жовтим пламенем (відносно багато викидів СО і менше NO₂), ніж світитиметься синьо-фіолетовим пламенем (відносно мало викидів СО і більше NO₂).

Необхідність провітрювання кухонних приміщень

По усіх трьох шкідливих речовинах у відпрацююваних газах (природний газ + повітря) санітарні норми ГДК.мр не перевищуються, але це за 30 хв у приміщенні, що примусово вентилується (для канцерогенної речовини бенз/а/пірену C₂₀H₁₂ визначається максимальна з середньомісячних концентрацій, оскільки максимальна разова ГДК.мр не встановлена). Для найбільш шкідливих критичних для мешканців викидів азоту діоксиду NO₂ легко визначити час, який кухонна плита може безпечно працювати без провітрювання. Максимальна разова (за 30 хв) граничнодопустима концентрація азоту діоксиду ГДК.мр.NO₂ = 0,085 мг/м³ для населення. При об'ємі кухні V.к = 30 м³ без провітрювання через годину рівень забруднення досягне:

$$M.\text{год}.\text{NO}_2 \text{ мг/год} / V.\text{к} = 190 \text{ мг/год} / 30 \text{ м}^3 = 6,33 \text{ мг/м}^3 = 74,5 \text{ ГДК.мр.NO}_2.$$

Перевищення санітарних норм ГДК.мр майже на два порядки гарантовано призведе до ускладнення здоров'я. Загальновідомі випадки загибелі водіїв, що намагалися грітися у гаражах із включеним двигуном. Кухонна плита має принципово той же набір викидів, що і автомобіль, але меншу потужність. Крім того, не завжди використовуються всі чотири пальники, а кухня рідко коли буває щільно закрита.

Оскільки газова плита викидає M.мр.NO₂ = 5,3*10⁻⁵ г/с = 0,053 мг/с, без провітрювання рівень забруднення підійметься до гранично допустимого для населення ГДК.мр.NO₂ = 0,085 мг/м³ за час роботи плити:

$$\begin{aligned} T.\text{гдк} &= \text{ГДК.мр.NO}_2 * V.\text{к} / M.\text{мр.NO}_2 = \\ &= 0,085 \text{ мг/м}^3 * 30 \text{ м}^3 / 0,053 \text{ мг/с} = 48,1 \text{ с.} \end{aligned}$$

Без провітрювання, кухонна плита з чотирма газовими пальниками менше ніж за хвилину підійме забруднення приміщення до критичного рівня ГДК.мр. **Грітися, включаючи всі пальники на повну потужність, на кухні аж ніяк не можна.** Ця небезпека абсолютно реальна. Наприклад, від отруєння викидами кухонної плити 08.11.2006 р. в Україні загинуло 5 осіб.

Кратність обміну повітря на кухні повинна бути досить високою. При викиді $M_{\text{год.}}NO_2 = 190$ мг/год, годинний об'єм повітря, у якому розійдуться шкідливі домішки, має бути:

$$M_{\text{год.}}NO_2 / \text{ГДК.мр.}NO_2 = 190 \text{ мг/год} / 0,085 \text{ мг/м}^3 = 2235,3 \text{ м}^3/\text{год.}$$

У разі, коли кухонна плита не обладнана місцевою (локальною) витяжною, при об'ємі кухні $V_{\text{к}} = 30 \text{ м}^3$ кратність обміну повітря має бути 75 разів, що звичайний загальнообмінний кухонний вентилятор забезпечити не може. Загальнообмінні побутові вентилятори мають потужність до $300 \text{ м}^3/\text{год}$, що забезпечує лише 10-кратний обмін повітря для кухні з $V_{\text{к}} = 30 \text{ м}^3$.

Таким чином, єдиним виходом є обладнання кухонної плити місцевою (локальною) витяжною потужністю $2,27 \text{ м}^3/\text{год} / 0,7 = 3,24 \text{ м}^3/\text{год}$, що повністю забезпечується сучасним кухонним обладнанням. Втрати парогазоповітряної суміші при локальній примусовій вентиляції прийняті 30 %. Для архітектора певною проблемою є розміщення такого локального відсосу, оскільки жителі встановлюють газові плити у різних місцях.

РЕЗЮМЕ щодо екобезпеки кухонного обладнання

- Рівень забруднення кухонних приміщень слід контролювати за критичними для населення концентраціями азоту діоксиду NO_2 , а не традиційно – за концентрацією вуглєсью оксиду CO .

- У разі перебоїв системи центрального опалювання обігрів кухонного приміщення газовою плитою неприпустимий. При наявності відповідної локальної вентиляції ефект обігріву надто слабкий, а при її відсутності вже через одну хвилину у приміщенні можливо перевищення санітарних норм $\text{ГДК.мр.}NO_2$.

- Неприпустимо користування сучасною газовою плитою у приміщенні без вентиляції або з загальнообмінною вентиляцією, оскільки це може привести до захворювань мешканців.

- Сучасна газова плита повинна бути обладнана локальним відсосом парогазоповітряної суміші, який має бути виведений за межі приміщення. Підключення відсосу забезпечується гнучким сочленуванням.

- У багатоповерховому будинку повинен бути передбачений локальний відсос парогазоповітряної суміші від газової плити або у вентиляційну шахту з вогнестійких матеріалів, або на зовнішню стіну будинка. При викидах назовні шкідливі домішки з нижніх поверхів можуть всмоктуватися загальнообмінною вентиляцією верхніх поверхів, що неприпустимо. Тому на стіні багатоповерхового будинку повинні бути передбачені відповідні шахти з

підключенням до кожного локального відсосу через заглушки, які унеможливають надходження шкідливих домішок з нижніх кухонь на верхні.

- У конструкції шахти та введів до неї не допускається відхилення від вертикалі більше 30° .

- Устя витяжної шахти повинно знаходитися вище 2 м над рівнем конька даху будівлі.

- Архітектурне рішення витяжної шахти визначається виключно уподобаннями і талантом архітектора. Перевірка припустимості проектних рішень здійснюється у складі розділу «Оцінка впливів на навколишнє середовище» згідно ДБН А.2.2-1-2003 за допомогою сертифікованого програмного засобу «ЕОЛ».

Забруднення житлових приміщень висотними джерелами (ТЕС, котельні, топкові)

Радіус зони впливів міських об'єктів досить великий і становить орієнтовно $R_{\text{впливу}} > 50$ висот найбільш високого джерела викидів, що розташовується на майданчику, але не менше 2 км. Зона впливу магістралей вибирається шириною 300...1000 м. Приймається, що радіус зони активного забруднення $R_{\text{заб}} = 20 H_{\text{дже.еф}}$, де $H_{\text{дже.еф}}$ – ефективна висота джерела викидів із урахуванням їх температури та швидкості виходу парогазоповітряної суміші. Загальний розмір зони впливу приймається $R_{\text{впливу}} > 50 H_{\text{еф}}$ [9].

Ряд об'єктів одночасно з безпосереднім місцевим локальним впливом обумовлює зміни екологічної ситуації на рівні міста, агломерації або регіону. Локальна місцева оцінка стосується окремого реципієнта (житловий будінок, озеро, гай тощо), регіональна – району міста, міста, агломерації, регіону. Вплив крупних проектів викликає зміни у межах регіональної містобудівної системи (РМС). Регіональні оцінки найчастіше виконуються агрегованими.

На практиці для визначення радіусу місцевого впливу об'єкта доцільно попередньо побудувати діаграми розподілу викидів об'єкта на масштабній мережі (ПЗ “ЕОЛ”) або звести всі джерела викидів проектного об'єкта до одного генералізованого джерела (методика ОНД-86). Розраховуються картографічні оцінки розподілу впливів по території з оцінками радіусів зон (масштабів) впливів згідно територіальним санітарним і екологічним нормам. Визначаються рівні та зони потенційно можливих місцевих екологічно небезпечних впливів планованої діяльності на довкілля при їх будівництві, експлуатації, ліквідації та імовірних аварійних ситуаціях. Окреслюються крайні межі регіонального впливу для проведення укрупнених балансових прогнозних оцінок. Орієнтовно прогнозуються тенденції змін впливів у часі та просторі,

визначається перелік потенційно можливих змін стану середовища на регіональному та місцевому рівнях для всього набору реципієнтів.

Мінімально можлива зона впливу виробничих об'єктів, які не виділяють у навколишнє середовище забруднювачів, речовин з неприємним запахом і пожежонебезпечних речовин, не створюють підвищених рівнів шуму, вібрації, електромагнітних випромінювань і не вимагають під'їзних залізничних шляхів, вибирається не менше санітарного розриву – 50 м.

Коригування висоти труби на «тепловий підйом». За алгоритмом ОНД-86 розрахунок концентрації домішок вище устя труби не проводиться. За рахунок підвищеної температури та швидкості виходу ПГПС має місце деякий підйом домішок над трубою, після чого починається їх опад.

Орієнтовно ефективна висота джерела викидів $H_{\text{дж.еф}}$ становить [9]:

$$H_{\text{дж.еф}} = H_{\text{дж}} * \left(1 + \frac{T_{\text{пгпс}} - T_{\text{довк}}}{75,0^{\circ}\text{C}} \right)$$

де: $H_{\text{дж.еф}}$ - ефективна висота джерела викидів над поверхнею землі, м; $H_{\text{дж}}$ - фізична висота устя джерела над поверхнею землі, м; $T_{\text{пгпс}}$ - температура парогазоповітряної суміші в усті джерела, $^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{довк}}$ - довкілля, $^{\circ}\text{C}$.

Наприклад, якщо в усті труби котельні з $H_{\text{дж}} = 32$ м; $T_{\text{пгпс}} = 180^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{довк}} = 20^{\circ}\text{C}$; $H_{\text{дж.еф}} = 3,1 H_{\text{дж}} = 99,2$ м.

Орієнтовна оцінка $H_{\text{дж.еф}}$ можлива також за формулою Пристлі, Лукаса, Моора та Спурра [8]:

$$H_{\text{дж.еф}} = H_{\text{дж}} + \frac{A * \theta_{\text{дж}}^{+0,25}}{U_{\text{в}}}$$

де: $\theta_{\text{дж}}$ - теплопродуктивність джерела, МВт; $U_{\text{в}}$ - середня швидкість вітру на рівні устя труби, м/с; $A = 1,5 H_{\text{дж}} - 50$ - для джерел висотою більше 100 м; $A = 100$ - для джерел висотою менше 100 м,

Наприклад, якщо котельня потужністю 1,15 МВт має висоту труби над поверхнею землі $H_{\text{дж}} = 32$ м, а середня швидкість вітру $U_{\text{в}} = 3$ м/с на рівні устя труби, $H_{\text{дж.еф}} = 32,0 + 34,5 = 66,5$ м. Розбіжність між оцінками $H_{\text{дж.еф}}$ досить велика й вони можуть застосовуватися лише орієнтовно при первинному виборі розмірів зони впливу.

Висота труби з урахуванням прилеглої забудови. У разі, коли $H_{\text{дж}} > H_{\text{рт}}$, розраховується не приземна концентрація, а рівень забруднення атмосферного повітря на рівні реципієнта (верхніх вікон тощо). Для цього

висота джерела викидів $H_{дж}$ зменшується на величину $H_{рт}$ й враховується ефективна (діюча) висота $H_{дж.еф} = H_{дж} - H_{рт}$. При цьому рівень забруднення виходить значно вищим за приземний. Наприклад, якщо труба дахової котельні виведена на 2 м над найвищою точкою даху 16-поверхового будинку, то її ефективна висота $H_{еф}$ по відношенню до верхніх поверхів подібних сусідніх будинків буде лише 4...7 м в залежності від проекту. У той же час приземна концентрація на рівні 1-го поверху буде порівняно низькою за рахунок висотного викиду. Оцінка здійснюється за методикою ОНД-86 на ПЗ "ЕОЛ" із відповідним коригуванням висоти джерела відносно розрахункової точки. Орієнтовно мінімальну висоту джерела викидів $H_{дж.мін}$ можна визначити за формулами п.8.4 ОНД-86.

Висота джерела викидів з урахуванням прилеглої забудови орієнтовно коригується за формулою Лукаса - "правило 2,5" [8]:

$$H_{дж.кор} = \frac{H_{дж} + 1,5H_{заб}}{1,6},$$

де: $H_{дж.кор}$ - коригована висота джерела викидів, м; $H_{заб}$ - висота найбільшої будівлі у зоні $R < 6 H_{дж}$, м. Якщо $H_{дж} \geq 2,5 H_{заб.макс}$ чи $H_{заб.макс} \leq 0,4 H_{дж}$, то коригування не здійснюється. Приклад - поряд розміщуються два однакових багатоповерхових будинка ($H_{заб}$), на одному з яких на рівні 2 м вище даху ($H_{дж} = H_{заб} + 2$) запроектовано устя труби газової котельні. Викиди котельні будуть потрапляти у вікна сусіднього будинку. Якщо устя труби підняти вище над дахом, викиди будуть розсіюватися і їх концентрація у зоні вікон верхнього поверху сусідніх будинків зменшиться. За праиллом Лукаса коригована висота устя ($H_{дж.кор}$) має становити:

$$\begin{aligned} H_{дж.кор} &= (H_{заб} + 2 + 1,5 H_{заб}) / 1,6 = \\ &= (2,5 H_{заб} + 2) / 1,6 = 1,56 H_{заб} + 1,25. \end{aligned}$$

Для двох 16-пов. будинків за Лукасом устя труби газової котельні слід підняти вже не на 2 м на коньком даху, а на 32,6 м, що абсолютно нереально. У цьому типовому для міста випадку орієнтовне правило Лукаса не має для архітектора ніякого сенсу, бо перекреслює його задум. Виходом є детальний розрахунок розподілу викидів з урахуванням взаєморозміщення і висот будинків за ОНД-86 за допомогою ПЗ «ЕОЛ». При цьому, архітектор заздалегідь має бути готовим до того, що йому доведеться створювати над дахом певну архітектурну форму, в якій пройде труба котельні. Це не завжди можливо за стильовими критеріями.

Прикладом досить складної задачі є розрахунок розміщення різновисотних дахових котелень для комплексу «Дніпровська пристань» у м.Кієві [2]. Розглянемо приклад дахової газової котельні фірми "Vissmann",

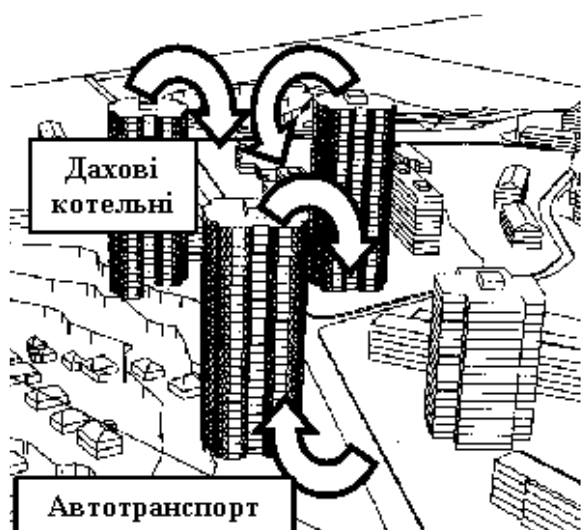
оскільки на сучасному технологічному рівні одними з найкращих вважаються саме дахові котельні німецьких фірм "Vissmann" і «Buderus». У них концентрація критичного забруднювача азоту діоксиду у парогазоповітряній суміші у димовій трубі не перевищує $C_{пгпс.NO_2} = 93 \text{ мг/м}^3$, що відповідає нормам, рекомендованим міжнародною організацією "Блакитний ангел". Однак людина знаходиться поблизу устя димової труби все одно не може, оскільки у санітарних показниках рівень забруднення повітря може досягти:

$$C_{пгпс.NO_2} / ГДК_{мр.NO_2} = 93,0 \text{ мг/м}^3 / 0,085 \text{ мг/м}^3 = 1094,1 \text{ ГДК}_{мр.NO_2}.$$

Викиди з димової труби котельні повинні розвіятися у повітрі, за рахунок чого їх концентрація знижується до гранично допустимої ГДК_{мр}.

На існуючому вітчизняному обладнанні, навіть при реалізації додаткової очистки, досягаються суттєво більші рівні забруднення викидами NO_2 , що і обумовило широке впровадження більш чистих екологічно імпорتنих котелень. Наприклад, викиди дахової газової котельні з 2 котлами "Paramat-Triplex" ф."Vissmann" потужністю 1,15 МВт (2 x 0,575) з газовою вентиляторною системою Unit становлять $C_{пгпс.NO_2} = 37,647 \text{ мг/м}^3$, що відповідає 442,9 ГДК_{мр.NO₂}. При орієнтовних оцінках необхідного теплопостачання по м.Києву фахівці ВАТ «Київпроект» приймають $151,2 \text{ Вт/м}^2$ ($130,0 \text{ ккал/м}^2$) для житлових приміщень і $174,5 \text{ Вт/м}^2$ ($150,0 \text{ ккал/м}^2$) для офісних. Котельня 1,15 МВт забезпечує опалення орієнтовно 7600 м^2 житлових або 6600 м^2 офісних приміщень багатоповерхового будинку.

Розміщення дахових котелень на сусідніх будинках



Дахові газові котельні на сусідніх багатоповерхових будинках обумовлюють взаємозабруднення верхніх поверхів. Найменший негативний вплив дахових котелень на першому поверсі, але його забруднює вуличний автотранспорт (рис. 2)

Рис. 2. Схема взаємозабруднення верхніх поверхів даховими газовими котельнями

Проблеми розміщення дахових газових котелень на сусідніх будинках в межах ділянки 0,9141 га добре ілюструє "Проект міжнародного готельно-

офісного комплексу по вул. Антоновича (Горького), 79 у Голосіївському районі м.Києва” в Центральній планувальній зоні, в межах зони регулювання забудови 3-ї категорії та в зоні безпосереднього композиційно-видового впливу Миколаївського костелу – пам’ятки архітектури національного значення (рис. 3). На північ від проектного об’єкта знаходиться середньоповерхова забудова пров. Горького, на схід - вул. Велика Васильківська (Червоноармійська), на південь – середньо- та багатоповерхова забудова, на захід – вул. Антоновича (Горького).



Рис. 3. Проектований комплекс по вул. Антоновича, 79 навпроти Миколаївського костьолу (з лівої сторони за вулицею В.Васильківська).

Стрілками позначено впливи впливи котелень на дахах башт на будинки та Миколаївський костьол. Для кількісної оцінки впливів NO_2 і CO на ПЗ «ЕОЛ» проводився поповерховий розрахунок діаграм розсіювання (рис. 4).

Будова об’ємів організована по системі “каре”, композиційна вісь якої є продовженням вісі Миколаївського костьолу. Периметр побудови “каре” формується 9-поверховими об’ємами, що замикають периметральну забудову існуючого кварталу. Кути зафіксовані 13...16-пов. баштами офісної групи. На дахах трьох башт передбачені котли типу Logano GE615 виробництва німецької фірми Buderus загальною потужністю 8,4 МВт. Для повної оцінки стану атмосферного повітря в зоні проектного об’єкта враховувалися (В – викиди; Ш – шум): проектований об’єкт: дахові котельні – В, 5-ярусний підземний паркінг на 524 машин – В, Ш, одиночні автомобілі при виїзді/заїзді – В, Ш; міська інфраструктура: автотранспортні потоки на прилеглих вулицях – В, Ш, промислові, енергетичні і комунальні об’єкти м.Києва – В; комплекс - проектований об’єкт + існуюча інфраструктура.

Таблиця 6
Прогнозована концентрація забруднювачів, ГДК.мр

Зона прилеглої забудови	NO_2	CO	C_xH_y
приземний шар	0,83	0,06	0,04
вікна верхніх поверхів	0,60	0,02	0,02

У таблиці 6 поданий прогнозований рівень концентрації шкідливих речовин при відмітці устя труби 56,5 м з урахуванням

забруднення території проектованим об'єктом та іншими джерелами викидів міської інфраструктури (об'єкт + фон). Вплив автотранспорту, що рухається по прилеглим вулицям, найбільший у приземному шарі повітря, але з висотою зменшується, тоді як котелень – зростає за рахунок наближення до устя димової труби. На рис. 4 показано розсіювання NO_2 від трьох автономних котелень (показані точками) та підземного паркінгу на рівні вікон верхніх поверхів 12-поверхової забудови.



Рис. 4. Розсіювання NO_2
- показані ізолінії 0,15 і 0,2 ГДК.мр. NO_2

Забруднення на рівні вікон верхніх поверхів 12-поверхової забудови – до 0,2 ГДК.мр. NO_2 , тоді як у приземному шарі повітря їх внесок не перевищує 0,04 ГДК.мр. NO_2 . Проектований об'єкт виявився безпечним, оскільки устя димових труб підіймаються високо над існуючою прилеглою забудовою, а башти з

котельнями знаходяться достатньо далеко одна від одної, що зменшує їх взаємовплив. У щільно забудованому Києві така ситуація зустрічається все рідше, оскільки діючи дахові котельні практично використали екологічну ємність території. Саме така ситуація, наприклад, на території «Царського села».

Повне використання екологічної ємності території. Можливість повного використання екологічної ємності території ілюструє «Проект будівництва житлового комплексу у кварталі вул. Цитадельної, Лейпцігської та Старонаводницької в Печерському районі м.Києва» на ділянці площею 1,6 га у Центральній планувальній та житловій функціональній зоні (табл. 7).

Таблиця 7					
Склад комплексу згідно намірам інвестора					
Блоки	Площа, м ²	Паркінги		Стоянки	Р.необх
		яруси	місця	місця	МВт
1–В	20000	1	33	50	4,450
2–А	70000	2	350	150	10,925

3-Г	100000	2	420	200	15,525
-----	--------	---	-----	-----	--------

Необхідна для автономного опалювання

комплексу потужність котелень $P_{\text{необх}}$ (МВт) визначається згідно намірам інвестора (табл. 7). Інвестор має намір побудувати 3-блочний 18-пов. житловий комплекс з квартирами поліпшеного планування, комплексом автономних котелень фірми “Viessmann”, “Buderus” або аналогічних, підземними паркінгами, відкритими гостьовими автостоянками. Досить велика потужність котелень 30,9 МВт створює значне навантаження на довкілля, яке по критичному забруднювачі NO_2 на рівні верхніх поверхів у 3,96 рази перевищує допустиме ГДК.мр. NO_2 (рис. 5 і табл. 8). Тому розміщення котелень загальної потужності 30,9 МВт неприпустиме.

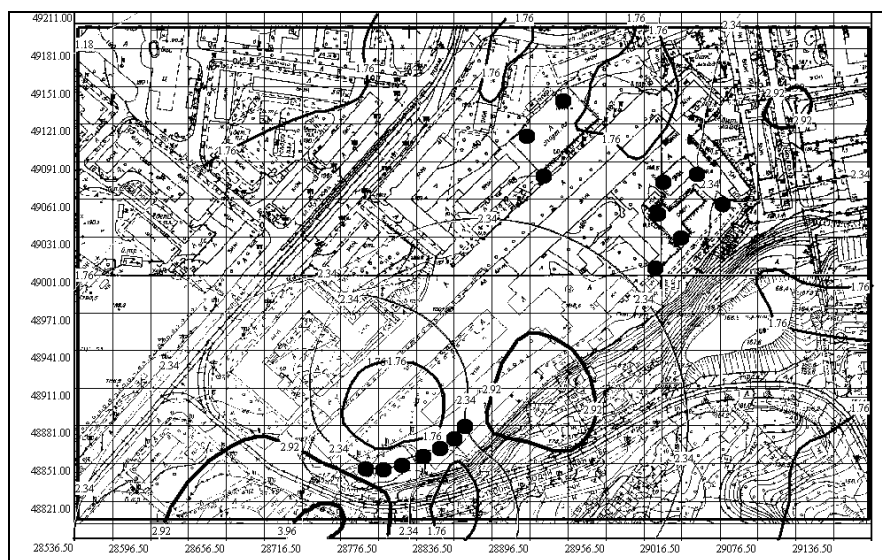


Рис. 5. Розсіювання NO_2
- показані ізолінії 3,96, 2,92 і 1,76 ГДК.мр. NO_2

На рис. 5 показано розсіювання NO_2 від автономних дахових котелень (показані точками) і від підземних паркінгів на 33, 350 та 420 місць на рівні вікон верхніх поверхів – до 3,96 ГДК.мр. NO_2 . Слід зазначити, що рівень забруднення залежить як від потужності котелень, так і від їх

розташування на території. Тому зменшувати потужність котелень пропорційно перевищенню ГДК.мр некоректно. У табл. 8 показано прогнозований рівень забруднення за рахунок автономних котелень 30,9 МВт і підземних паркінгів на 803 од., але без урахування міської інфраструктури.

Таблиця 8

Прогнозований рівень забруднення, ГДК.мр

Частина ділянки	NO_2	CO	C_xH_y
приземний шар повітря	0,13	0,06	0,02
на рівні вікон 9 поверху	0,28	0,11	0,04
на рівні вікон 18 поверху	3,96	1,82	0,59

Забруднення повітря на території проектного об'єкта з урахуванням фонових внеску існуючих пром-, енерго- і комунальних об'єктів міської інфраструктури, транспортних потоків на прилеглих вулицях,

котелень та паркінгів самого об'єкта проаналізовано для 3-х варіантів (табл. 9):

В1 – небезпечний варіант повного автономного теплозабезпечення за рахунок дахових котелень 30,9 МВт при значному перевищенні ГДК.мр.NO₂;

В2 – рекомендований варіант централізованого енергозабезпечення згідно ТУ з влаштуванням резервних дахових котелень загальною потужністю не більше 5,6 МВт, при відсутньому перевищенні ГДК.мр.NO₂;

В3 – рекомендований до реалізації варіант теплозабезпечення лише від центральних мереж без перевищення ГДК.мр.NO₂.

Таблиця 9									
Прогнозована концентрація шкідливих речовин, ГДК.мр									
Розрахункові точки	NO ₂			CO			C _x H _y		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
приземний шар	0,55	0,44	0,43	0,10	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
вікна 9 поверху	0,54	0,31	0,27	0,13	0,04	0,03	0,06	0,03	0,03
вікна 18 поверху	4,22	0,97	0,30	1,84	0,35	0,07	0,61	0,13	0,03

РЕЗЮМЕ щодо розміщення будинків з даховими котельнями:

- Існує виражена тенденція інвесторів будувати житлові будинки з автономними газовими котельнями чи топковими, що дозволяє позбутися неякісного центрального опалювання і високої оплати за нього бездіяльним комунальним службам.

- Для багатоповерхової забудови найбільш зручною конструкцією автономної котельні є дахова, яка не потребує високої труби. Зокрема, європейським нормам задовольняють поширені в м.Києві дахові котельні фірм «Vissmann», «Buderus» та ряд інших.

- Проблеми для архітектора виникають при необхідності розміщення поруч кількох багатоповерхових будинків з даховими котельнями, викиди яких потрапляють у вікна верхніх поверхів сусідніх будинків.

- Кожний мікрорайон міста має певну енергетичну ємність, яка залежить від висоти викидів котелень. Після розміщення у мікрорайоні кількох котелень, сумарна потужність яких наближається до критичної для нього, наступні проекти з автономними котельнями можуть бути реалізовані лише після детальних розрахунків розподілу викидів.

- Перед прийняттям проектних рішень щодо житлового комплексу з різновисотними котельнями, архітектор повинен отримати детальний розрахунок розподілу викидів на рівнях усіх поверхів і відкоригувати проект.

- Прогресивні кийвські архітектори ввели практику проробляти екологічні аспекти проекту починаючи від народження творчого задуму. Досвідчений інженер-еколог може навіть без особливих розрахунків оцінити

можливість реалізації задуму за екологічними критеріями і запропонувати архітектору варіанти вирішення проблеми. На стадії **«відведення земельної ділянки»** супроводжуюча архітектора екологічна група видає орієнтовний том «Оцінка впливів на навколишнє середовище» (ОВНС), який погоджується експертними службами. На стадії **«проект»** погоджується остаточно відкоригований том ОВНС. Це повністю відповідає усталеній в Європі та США і визначеній законодавчо процедурі **«Environmental Impact Assesment»**.

Можливості використання індивідуальних конверторів для опалювання приміщень

Дуже зручними в експлуатації є опалювальні газові установки (конвертери), що виробляє Акціонерне товариство «ФЕГ» (Угорщина): GF 25.10 KF U, GF 25.11 KF U, GF 25.12 KF U, F 8.50 KF U, Zeusz F 8.50 F та GF 25.10 KP U, GF 25.11 KP U, GF 25.12 KP U, F 8.50 KP U, Zeusz F 8.50 P. Згідно із системою сертифікації УкрСЕПРО, Держстандарт України видав «Сертифікат відповідності» (серія 3А № 106307 з додатком UA 1.013.0067914-02 від 25.10.2002 р.), за яким випробування газових опалювальних конвертерів GF 25.KF U, GF 35.KF U, GF 25.KP U, GF 35.KP U відповідає всім вимогам екології та безпеки, що встановлені ТУ У 3 75103.180.006-98. Сертифікат поширюється на газові опалювальні конвертери, що працюють на природному газі тиском 1274...1300 Па, 1960...2000 Па, скрапленому газі тиском 2940 Па. Дозвільний документ посиляється на ДСТУ 2205-93 (ГОСТ 20219-93) «Апарати опалювальні, газові, побутові, з водяним контуром. Загальні технічні умови», СНиП 2.04.05-91 «Опалення, вентиляція і кондиціонування», ТУ У 3 75103.180.006-98 «Конвертор газовий «Буштино», ДБН В.2.5-20-2001. Дозволяється їх ввезення в Україну.

За теорією 1,0 Дж можна отримати за рахунок спалювання $29,4 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$ природного газу. Потужність $3,0 \text{ кВт} = 3,0 \cdot 10^{+3} \text{ Дж/с} = 3,0 \cdot 10^{+3} * 29,4 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3/\text{с} = 8,82 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$ або $0,3175 \text{ м}^3/\text{годину}$. Виробник визначає витрати $0,326 \text{ м}^3/\text{годину}$, що дуже близько до теоретичного значення. Конвертери автоматично підтримують задану температуру приміщення. При потужності 2 кВт конвертер розрахований виробником на обігрів приміщення об'ємом 45 м^3 , 6 кВт - 140 м^3 , тобто $42,9 \dots 44,4 \text{ Вт/м}^3$, що при висоті приміщення 3 м відповідає $128,7 \dots 133,2 \text{ Вт/м}^2$. Питомий об'єм продуктів сгорання природного газу становить $10,7 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$ палива. Тоді максимальний разовий об'єм продуктів сгорання (парогазоповітряної суміші - пгпс) становитиме:

$$W_{\text{пгпс}} = 0,326 \text{ нм}^3/\text{год} * 10,7 \text{ нм}^3/\text{нм}^3 = 3,49 \text{ нм}^3/\text{год}.$$

Продукти згоряння відводяться назовні або вверх через шахту димохода, або по горизонтальній трубі безпосередньо через стіну будинка (рис. 6). Повітрязабір здійснюється або з опалюваного приміщення, або зовні в одному конструктивному комплексі закритої камери з відведенням відпрацювавших газів. На рис. 6. показано монтаж конвертера з закритою камерою сгоряння на капітальній стіні, де: 1 - труби відведення продуктів згоряння; 2 – прокладка; 3 – тримач установки.

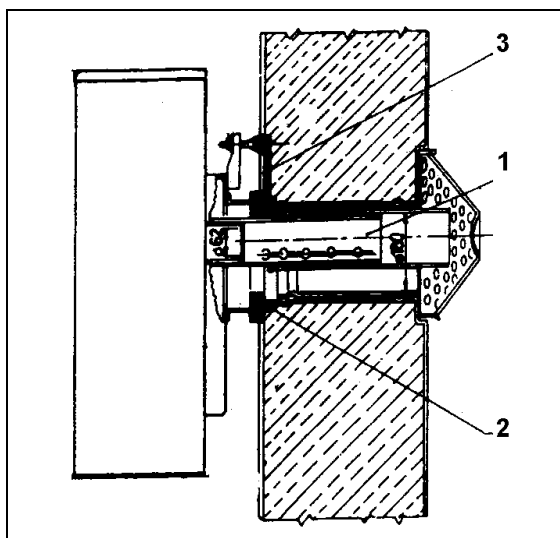


Рис. 6. Рис. Монтаж конвертера

Розглянемо екологічні аспекти роботи конвертера при опалювання приміщення площею 20 м^2 і висотою 3 м (об'єм 60 м^3). За нормами АТ «Київпроект» $151,2 \text{ Вт/м}^2$ для цього необхідна потужність $3,024 \text{ кВт}$ (приймається $3,0 \text{ кВт}$). По аналогії з розрахунком викидів кухонної плити, при спалюванні у конвертері $0,326 \text{ нм}^3/\text{год}$ газу прийнято: **максимальний разовий об'єм продуктів згоряння**

$W_{\text{пгпс}} = 9,7 \cdot 10^{-4} \text{ нм}^3/\text{с}$ або $3,49 \text{ нм}^3/\text{год}$;
 $M_{\text{NO}_2} = 0,29 \text{ г/год}$ або $8,15 \cdot 10^{-5} \text{ г/с}$;
 $M_{\text{C}_{20}\text{H}_{12}} = 1,63 \cdot 10^{-8} \text{ г/год}$ або $4,52 \cdot 10^{-12} \text{ г/с}$; $M_{\text{CO}} = 2,88 \text{ г/год}$ або $8,01 \cdot 10^{-4} \text{ г/с}$.

По усіх трьох забруднювачах у відпрацювавших газах ГДК.мр не перевищуються і їх емісія безпечна. Крім того, після виходу з труби парогазоповітряна суміш додатково перемішується з зовнішнім повітрям. Таким чином, конвертери можуть встановлюватися у багатоповерхових будинках без небезпеки для мешканців верхніх поверхів. Конвертери можуть встановлюватися незалежно один від одного у кожній кімнаті квартири. Процедура їх включення чи виключення самими мешканцями займає кілька хвилин. Задана температура приміщення автоматично підтримується у діапазоні $10 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$. У найкращих за технологією газових дахових котельнь "Paramat-Triplex" концентрація NO_2 в парогазоповітряній суміші становить:

$$M_{\text{мр}} / W_{\text{пгпс}} = 0,0256 \text{ г/с} : 0,68 \text{ м}^3/\text{с} = 37,7 \text{ мг/м}^3 = 443,5 \text{ ГДК.мр. NO}_2.$$

У конверторах перевищення ГДК.мр для населення відсутні вже у самій парагазоповітряній суміші, через що вони значно безпечніші за дахові котельні. Певні проблеми для мешканців верхніх поверхів може утворювати сприйняття запаху продуктів згоряння природного газу, який

містить численні неконтрольовані домішки. Тому основним проектним рішенням має бути виведення продуктів згоряння у вибухобезпечні димоходи, разом з викидами кухонних плит.

РЕЗЮМЕ щодо опалення конверторами - рекомендується опалення житлових будинків індивідуальними кімнатними газовими конвертерами, які значно безпечніші в екологічному аспекті за дахові газові котельні найкращих зразків.

Забруднення житлових приміщень автотранспортом – залежність концентрації шкідливих домішок від поверховості

Поширена ситуація, коли викиди безпосередньо з даху низької споруди (гаража або іншої) можуть забруднювати середні поверхи висотної житлової забудови (рис. 7, В1). У цих випадках викиди з відносно низької споруди відводяться на найбільш високу будівлю (рис. 7, В2). Зокрема, при розміщенні закритих паркінгів під житловими будинками або поруч, викиди, як правило, відводяться в 2 м над дахом найближчої високої будівлі. Іноді це складно в технологічному відношенні й досить вартісно.

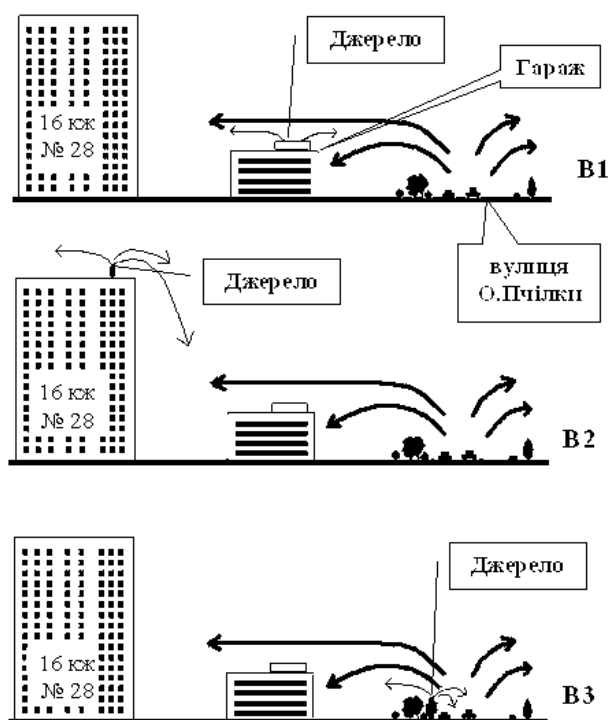


Рис. 7. Варіанти розміщення джерела вентиляційних викидів з 4-поверхового гаражу у зоні житлової забудови по вул. О.Пчілки мікрорайону № 4 "Позняки-Східні" (арх. Н.І.Родичкіна):

В1 – на даху 4-пов. гаражу;

В2 – на даху 16-пов. будинку;

В3 – у малій архітектурній формі на брівці проїжджої частини вулиці

Як правило, викиди паркінгів різного типу більш ніж на порядок менші викидів автотранспорту, що рухається по вулиці. Рационально відведення викидів з гаражів безпосередньо в зону проїжджої частини вулиць (рис. 7, В3) через малу архітектурну форму або решітки на парапеті підземного пішохідного переходу. Оскільки концентрація домішок у викидах паркінгів значно нижча ніж на

магістральній території, домішка мало забрудненого повітря має позитивний екологічний ефект, а реалізація, як правило, менш вартісна. Для архітекторів таке рішення ускладнюється необхідністю отримання додаткового дозволу на влаштування споруд за межами лінії забудови.

Із висотою, за рахунок перемішування у все більшому об'ємі атмосферного повітря, концентрація домішок від автотранспортних джерел зменшується (рис. 8, 9). Встановлено, що забруднення міського повітря зменшується з висотою по експоненційному закону [8]. Орієнтовні оцінки можна отримати за експоненційною апроксимацією даних натурних вимірів залежності рівня забруднення від поверху периметральних житлових будинків (відносно висоти 2 м) для умов 2-бічної 9-поверхової забудови [2].

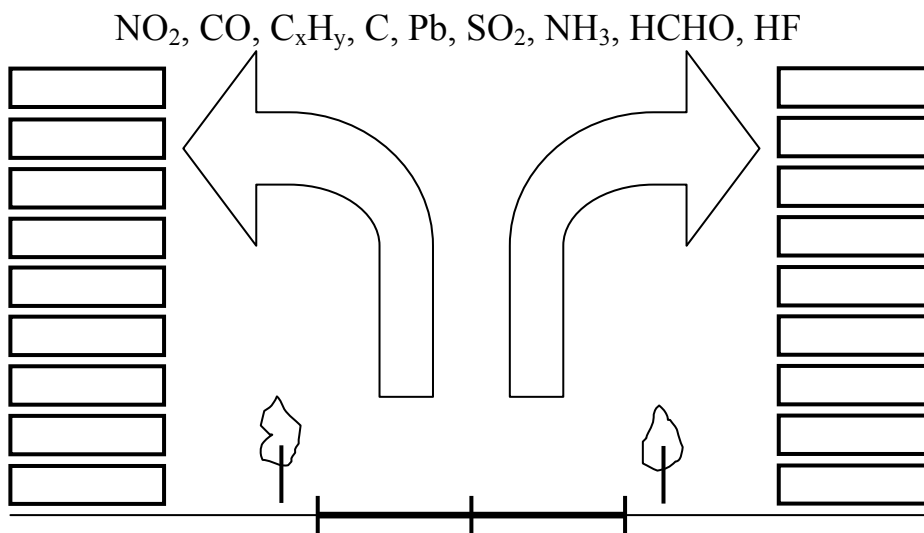


Рис. 8. Забруднення 2-бічної 9-поверхової забудови автотранспортом

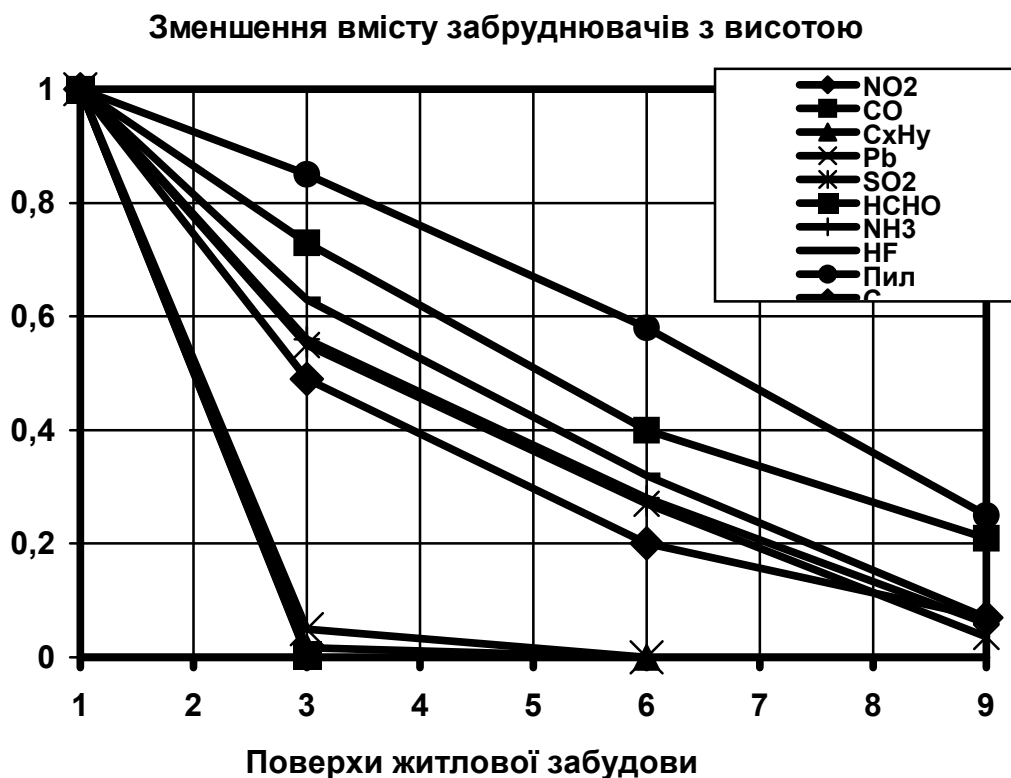


Рис. 9. Приклад оцінки концентрації домішок від автотранспортних викидів на рівні 3, 6 і 9 поверху периметральної забудови пр.Науки в м.Києві

Особливі закономірності характерні для підйому автотранспортних викидів в умовах 2-бічної 9-поверхової забудови. Згідно натурним дослідженням найшвидше падає рівень Pb, C_xH_y, C і HCHO, концентрація яких вже на рівні 3-го поверху становить 0,002...0,05 від приземної. Концентрація основного комплексу автотранспортних викидів NO₂, CO, SO₂, NH₃, HF знижується повільніше – на рівні 6-го поверху до 0,2...0,4 від приземної. Концентрація пилу на рівні 6-го поверху становить до 0,6 від приземної, але ця домішка утворюється з різних джерел, в т.ч. природних, і переноситься вітром над усією міською територією (рис. 9).

Р Е З Ю М Е щодо урахування викидів автотранспорту. Викиди з гаражів за екологічними чинниками раціонально відводити безпосередньо у зону проїжджої частини вулиць через малі архітектурні форми або решітки на парапеті підземного пішохідного переходу. В умовах міста з інтенсивним транспортним рухом приземний шар повітря, як правило, забруднений найбільше. З висотою рівень забруднення різними інгредієнтами викидів автотранспорту знижується неоднаково. Запропоновані формули дозволяють обчислювати забруднення приміщень поповерхово.

Примусова вентиляція приміщень

Пряма видимість вулиці з вікна житлового будинка, як правило, пов'язана з перевищеннями граничнодопустимого еквівалентного ГДР.екв і/або максимального ГДР.мак рівнів шуму на 15...35 дБА. Єдиним засобом захисту від такого шуму є герметичні шумозахисні вікна, але експлуатація вікон у зачиненому стані потребує примусової вентиляції житлових приміщень.

У сучасних багатоповерхових будинках застосовуються центральні системи кондиціонування, що подають підігріте чи охолоджене повітря у квартири. Разом із повітрям у квартири іззовні надходять шкідливі домішки, що обумовлені викидами автотранспорту (70...90 %) та інших об'єктів міської інфраструктури (10...30 %). У міських умовах найбільш критичним забруднювачем повітря є NO₂. Відповідні очисні споруди надто вартісні, складні в обслуговуванні і до того ж не дуже ефективні. Встановлення їх у систему кондиціонування житлового будинку нереально – практично значуще очищення повітря можливо лише від пилу.

Кратність загальнообмінної вентиляції визначається за чинними нормами, але з урахуванням комплексу джерел шкідливих викидів у квартирі. Для підтримки нормального складу повітря рекомендується його швидкість руху у приміщенні біля 0,1 м/с. Сучасна газова плита повинна бути обладнана локальним відсосом парогазоповітряної суміші, який має бути виведений за межі приміщення так, як це робиться для газових колонок гарячого водопостачання. **Головною проблемою примусової вентиляції житлових і громадських приміщень є розміщення повітрязабору.**

При відсутності дахових котелень та інших високих джерел шкідливих викидів, місце розташування повітрязабору слід вибирати на рівні даху, де воно, як правило, у кілька разів чистіше, ніж у приземному шарі. У багатьох існуючих будівлях, навпаки, повітря забирається на рівні перших поверхів, а викидається на рівні даху, що принципово невірно.

Наприклад, при реконструкції проїжджої частини Севастопольської площі м.Києва (гіп І.А.Щур, АТ «Київпроект») влаштування шумозахисних вікон кутового будинку обумовило необхідність забору повітря для вентиляції приміщень. Влаштування оголовку з протилежного вулиці боку будинку, де рівень забруднення становив 1,5 ГДК.сд.NO₂, вимагало додаткового очищення повітря від NO₂ фільтраційною системою (рис. 10). У той же час, оскільки у будинку не було дахових котелень, під її дахом можна було забирати нормативно чисте повітря - 0,4 ГДК.сд.NO₂.

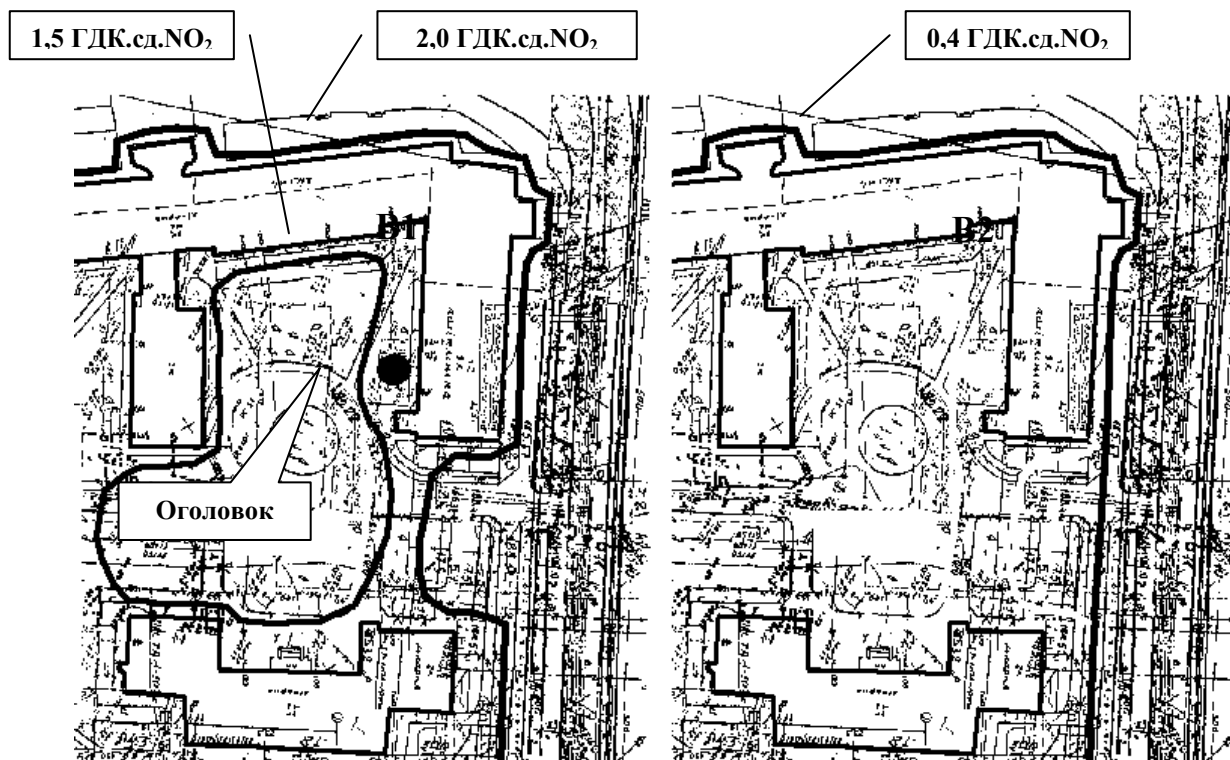


Рис. 10. Середня добова концентрація азоту діоксиду NO_2 у приземному шарі атмосферного повітря (B1) і на рівні даху (B2) кутового будинку на Севастопольській площі м.Києва

Проблема розміщення оголовку системи вентиляції приміщень зворотна проблемі розміщення джерела викидів. Необхідність примусової вентиляції виникає при застосуванні герметичних шумозахисних вікон та багатьох інших ситуаціях. Очевидно, що оголовок слід розміщувати найдалі від джерел викидів, проте найчастіше його встановлюють у забрудненому автотранспортом приземному шарі повітря. Більшість вентиляційних систем розрахована саме на таке підключення повітрязабору. **Ситуація значно ускладнюється при наявності дахових котелень.** У поданому нижче прикладі оптимізаційного розрахунку (рис. 11) вплив автотранспортних потоків та дахових котелень, нормативно чисте повітря для системи централізованого кондиціювання житлового будинка можна забирати лише на рівні 9...12 поверхів. Нижче воно наднормативно забруднено автотранспортом, вище – даховими котельнями.

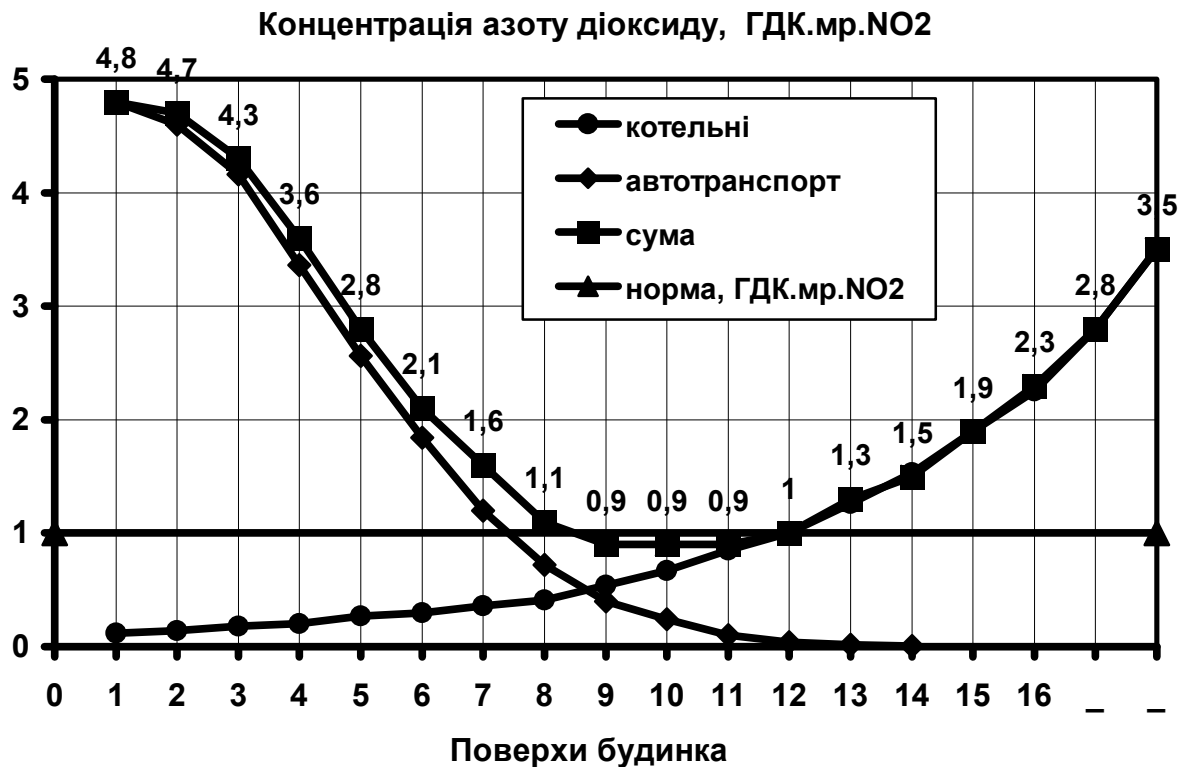


Рис. 11. Приклад визначення місця розміщення повітрязабора центральної вентиляції на 16-пов. будинку за рівнем критичного забруднювача NO₂ у зоні інтенсивного руху автотранспорту та розміщення дахових газових котелень

Слід звернути увагу, що при меншій поверховості, наприклад 9 поверхів, оптимізація була б неможлива, оскільки для розсіювання викидів необхідна певна відстань. Тобто, за **екологічними чинниками у місті доцільно будувати більш високі будівлі**, тоді як зараз поверховість штучно обмежується. Вибір установок для кондиціонування та очищення повітря житлових будинків повинен здійснюватися оптимізаційним шляхом з урахуванням концентрації забруднювачів у точці забору повітря, яку визначають шляхом натурних вимірів або прогнозних оцінок на розрахунковий період.

РЕЗЮМЕ щодо влаштування примусової вентиляції. При відсутності дахових котелень та інших високих джерел шкідливих викидів, повітрязабір слід встановлювати на рівні даху, де повітря, як правило, у кілька разів чистіше, ніж у приземному шарі. При наявності автотранспортних потоків, дахових котелень та інших високих джерел шкідливих викидів, нормативно чисте повітря слід забирати зі сторони, що протилежна вулиці, на рівні поверхів, які визначаються оптимізаційним розрахунком.

Висновки з даного дослідження подані по розділам у основному тексті. **Перспективою подальших розвідок у даному напрямку** є коригування існуючих та розроблення нормативів, які враховують визначені у даному дослідженні закономірності.

Список використаних джерел

1. ДБН А.2.2.1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. - К.: Держбуд України, 2004. – 21 с.
2. Солуха Б.В., Фукс Г.Б. Міська екологія: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2004. – 338 с.
3. Губернский Ю.Д., Исмаилова Д.И., Калинина Н.В. Некоторые гигиенические критерии качества городской среды \ В сб. Проблемы качества городской среды. - М.: Наука, 1989. - С. 90-99.
4. Корбюзье Ле. Планировка города. - М.: Прогресс, 1977. - 156 с.
5. Корбюзье Ле. Архитектура XX века. - М.: Прогресс, 1977. - 124 с.
6. Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч. - М.: Гидрометеиздат, 1985. – 23 с.
7. РД-238 УССР 84001-106-89. Установление допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу предприятиями Минтранса УССР. Руководящий документ. - К.: Минтранс УССР, 1989. – 80 с.
8. Бретшнайдер Б., Курфюрст И. Охрана воздушного бассейна от загрязнений: технология и контроль. - Л.: Химия, 1989. - 288 с.
9. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. Одобрена пост. Госплана, Госстроя и АН СССР. - М.: Экономика. - 1986. - 96 с.
10. ОНД-86 04-41259-4. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 92 с.

Анотація

У роботі подані оцінки екологічного стану внутрішнього середовища житлової забудови і розглянуті заходи щодо забезпечення нормативних умов проживання.

Аннотация

В работе представлены оценки экологического состояния внутренней среды жилой застройки и рассмотрены мероприятия по обеспечению нормативных условий проживания.